

امکان سنجی کشت برنج در استان لرستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

• منوچهر فرج زاده ۱، فاطمه پورنصیر ۲

چکیده

در این مقاله نواحی مستعد کشت برنج در استان لرستان شناسایی و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پهنه‌بندی شده است. بدین منظور ابتدا به بررسی شرایط محیطی و بویژه شرایط اقلیمی مؤثر بر کشت برنج و تعیین آستانه‌های اقلیمی آن، سپس ویژگی‌های اقلیمی منطقه پرداخته شده است. پس از جمع‌آوری اطلاعات اقلیمی پایه و انجام عملیات آماری، نقشه‌های رقومی مورد نیاز در این پژوهش همچون نقشه‌های توپوگرافی، شبکه آبراهه‌ها، منابع خاک و غیره در مقیاس (۱:۲۵۰۰۰۰) به همراه اطلاعات توصیفی آنها وارد محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی شده، سپس با استفاده از قابلیت‌های آنالیز فضایی سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌های هم‌ارزش هر کدام از پارامترهای مورد نظر (نقشه شیب، نقشه دما، نقشه هم‌بارش و ...) تهیه شده و پس از طبقه‌بندی و وزن‌دهی، نقشه اولیه مناطق مستعد کشت برنج استخراج شده است. در ادامه نقشه استخراج شده با نقشه کاربری اراضی فعلی استان، نقشه بهترین محدوده دسترسی به رودخانه تلفیق و نهایتاً "نقشه بهترین نواحی مناسب کشت برنج در استان لرستان ارائه گردید. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که محدوده مناسب کشت برنج در استان لرستان حدود ۲۸ هزار کیلومتر مربع است که حدود ۲۷ درصد مساحت استان را شامل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: امکان سنجی، برنج، اقلیم، GIS، لرستان.

مقدمه

به ترتیب از آب آبیاری، صرف تبخیر شاخ و برگ‌ها شده بودند. تول^۵ و تامر^۶ (۲۸۵۱۹۸۲) در کشور فیلیپین، به مقایسه میزان تعرق محصول برنج و چمن‌ها در طول فصل خشک پرداخته‌اند. همزمان با اندازه‌گیری میزان تعرق، دما برگ‌های برنج، مقاومت برگ‌های افشان، پتانسیل آب برگ، میزان تابش خورشیدی، کمبود فشار بخار آب و سرعت آب را نیز مورد توجه قرار می‌دادند. میزان تعرق در چهار نوع خاک زراعتی برنج بطور متوسط ۰.۷ میلیمتر، در صورتی که در چمن‌ها ۰.۲ بوده است.

در کشور نیز گورابی (۱۳۷۴) به بررسی نقش اقلیم در تعیین کیفیت محصول برنج در رشت و قائم‌شهر به تحلیل پارامترهای اقلیمی مؤثر همچون دما در مراحل مختلف رشد و رطوبت نسبی، نور، بارندگی و نیازهای آبی و غیره در تعیین کیفیت محصول برنج پرداخته است. مجرد و همکاران (۱۳۸۴، ص ۵۹) مقادیر نیاز آب مصرفی محصول برنج در جلگه مازندران به تفکیک واریته‌های زودرس و دیررس، بر مبنای مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل و ضرایب رشد گیاهی در ده ایستگاه جلگه مازندران را محاسبه و ارائه نموده است.

مطالعات مذکور نشان می‌دهد که علی‌رغم اهمیت استراتژیک برنج در تامین مواد غذایی مورد نیاز کشور، از نظر شناسایی مکان‌های مناسب برای کشت برنج به استثنای خطه شمال کشور که تقریباً همه مکان‌های آن از پتانسیل کشت برنج برخوردار هستند، مطالعاتی صورت نگرفته است. این موضوع بویژه برای استان لرستان که به صورت سنتی کشت این محصول مرسوم گردیده است دارای اهمیت زیادی است و با شناسایی مکان‌های مناسب برای توسعه کشت برنج می‌توان قابلیت‌های کشت آن را در نواحی جغرافیایی استان بررسی نمود و در توسعه کشت آن اقدام نمود. با توجه به موارد مذکور هدف مقاله حاضر، شناسایی مکان‌های دارای پتانسیل‌های کشت برنج در استان لرستان با بهره‌گیری از امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

استان لرستان با وسعتی معادل ۲۸۵۵۹ کیلومتر مربع در غرب ایران بین ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است (شکل شماره ۱). بیشترین طول آن از غرب به شرق بیش از ۳۴۸٫۴ کیلومتر و حداکثر عرض آن از شمال به جنوب حدود ۲۰۱/۶ کیلومتر است. این استان، از شمال به استانهای مرکزی و همدان، از جنوب به استان خوزستان، از شرق استان اصفهان و از غرب به استان‌های کرمانشاه و ایلام محدود است. اشتراک‌نکوه با ۴۰۵۰ متر ارتفاع بلندترین نقطه استان لرستان است و پست‌ترین

پارامترهای اقلیمی جزء مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر رشد گیاهان زراعی می‌باشد. به طوری که گیاهان زراعی برای رسیدن به هر یک از درجات مختلف فنولوژیکی رشد، نیاز به میزان واحد حرارتی معینی دارند. در برنامه ریزی کشاورزی، اطلاعات اقلیمی جهت انتخاب نوع محصول، زمان کاشت، برداشت، آبیاری‌های مزارع، برای توجیه نوسانات تولید محصول و... کاربرد دارد (حسینی، ۱۳۷۳، ص ۱۵). کشت برنج نیز به عنوان یک پدیده اکولوژیکی و اقتصادی و یک الگوی رفتاری ناشی از کنش متقابل انسان و محیط، متأثر از شرایط محیطی، به خصوص آب و هوا، منابع آب و خاک بوده و عوامل طبیعی فوق در تامین شرایط مناسب جهت کشت برنج نقش بسزایی دارند (ایزدی خرامه، ۱۳۷۷).

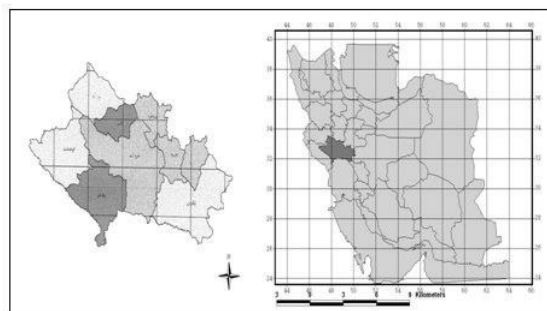
شناسایی و تبیین مکان‌های مناسب برای کشت محصولات مختلف زراعی با توجه به نیازهای مختلف اقلیمی، نوع خاک و شرایط توپوگرافیکی مناسب از جمله عواملی است که باعث افزایش میزان تولید محصولات زراعی می‌گردد. در همین زمینه کارهای مختلفی چه در سطح جهانی و چه در سطح کشور برای ارزیابی قابلیت‌های مکانی محصولات مختلف صورت گرفته است. از جمله مقتدری و حسین مراد (۱۳۸۳) به ارزیابی پتانسیل‌های اقلیمی کشت نخل در استان گلستان، محمدی و کرم‌پور (۱۳۸۴، ص ۲۲۴) امکان سنجی کشت زعفران در جنوب شهرستان سبزوار، فرج زاده و میرزابیاتی (۱۳۸۴، ص ۷۷) امکان سنجی کشت زعفران در شهرستان سبزوار پرداخته‌اند.

در رابطه با محصول برنج، کشورهای جنوب شرق آسیا مطالعات گسترده‌ای داشته‌اند. هاتساجی^۱ و بجنونگ^۲ (۲۰۰۲) با استفاده از مدل شبیه‌سازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی به شناخت الگوهای توسعه خشکسالی و ارزیابی ویژگی‌های آن در رشد محصول برنج دست پیدا کردند. آنها پس از بررسی داده‌های هواشناسی و شرایط اقلیمی و کیفیت خاک منطقه با استفاده از تجزیه و تحلیل ریسک، بهترین زمان کشت برنج را در هر نوع خاک و محیطی محاسبه و سپس با ترکیب کیفیت محصول، خاک و شرایط جوی، محصول بالقوه منطقه را مدل‌سازی کردند. بتچلرور^۳ و رابرتز^۴ (۲۰۰۲) در شمال شرق سریلانکا از بین پارامترهای مختلف اقلیمی، تبخیر و تعرق شالیزارها را از طریق اندازه‌گیری ترکیبی برگ و هدایت گوشوارک‌های برگ با استفاده از داده‌های هواشناسی در یک معادله خطی محاسبه کردند و به این نتیجه رسیدند که کل تبخیر سال ۱۹۸۱ فصل کاشت، نسبت به تعرق فصل برداشت ۶۴۶ میلیمتر بوده است که ۱۸۸ و ۳۹۵ و ۶۳ میلیمتر

1. Hatsachai
2. Boonjung
3. Batchelor
4. Roberts

5. Toole
6. Tomar

شکل شماره ۱- موقعیت استان لرستان در کشور



دیمی، در این تحقیق با استفاده از آمار بارش ثبت شده در ایستگاه‌های باران سنجی از سال (۱۳۸۰-۱۳۶۵) به ترسیم خطوط یا منحنی‌های همبارش در سطح استان پرداخته شد. البته در منطقه مورد مطالعه به علت رژیم بارشی مدیترانه‌ای، که بیشتر بارش در فصل سرد سال اتفاق می‌افتد، برخلاف اینکه دوره رشد گیاه برنج در فصل گرم سال است، بنابراین مقدار بارش ۶ ماهه دوره رشد برنج تنها بخشی از نیاز آبی آن را تأمین می‌کند.

از آنجا که هر فرایند بیولوژیکی رشد گیاهان از آستانه شخصی به بالا فعالیت خود را شروع می‌کند روزهایی که متوسط دما از دمای مبنا بالاتر باشد گیاه می‌تواند رشد نماید و مقدار دمای که در یک روز بالاتر از مبنا قرار گرفته باشد درجه-روز^۷ لازم برای رشد گیاه را فراهم می‌کند و چون گیاه برنج در حداقل دما ۱۱ درجه سانتیگراد اولین مرحله رشد یعنی جوانه زدن را آغاز می‌نماید، می‌توان متوسط دماهای ماه‌هایی که دوران رشد برنج را شامل می‌شوند تعداد درجه روز بالاتر از دمای مبنا را جمع نمود که مجموع آن میزان حرارت رسیده به گیاه را دوران رشد معین می‌نماید که از رابطه زیر بدست می‌آید (علیزاده، ۱۳۷۵):

$$H_U = \sum_{i=1}^N \left[\frac{T_M + T_N}{2} - T_i \right]$$

بطور کلی میزان درجه - روز مورد نیاز گیاه برنج در وارپته‌های خیلی زودرس برابر با ۲۱۰۰-۲۰۰، وارپته‌های متوسط رس برابر با ۳۵۰۰-۲۴۰۰ و وارپته‌های دیررس برابر با ۴۵۰۰-۳۵۰۰ است (مظفری، ۱۳۸۲).

با اعمال توابع شبکه نامنظم مثلثی^۸ در شبکه هیدروگرافی، مدل رقومی زمین^۹ شکل گرفت و با تبدیل داده‌های رستری، برای هر پیکسل به ابعاد ۱۰۰*۶۰۰ متر مقدار شیب در نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید. با توجه به اینکه کشت برنج جزء کشت‌های آبی (هیدرونیت) محسوب می‌شود

نقطه آن در جنوبی ترین ناحیه استان واقع شده است. استان لرستان دارای آب و هوایی متنوع است. برای انجام این پژوهش آمار ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه در یک دوره آماری مشترک از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ به مدت ۴ سال، آمار ایستگاه‌های باران سطحی از سال ۱۳۸۰-۱۳۶۵ و آمار ایستگاه‌های تبخیر سنجی در سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۱ جمع آوری گردید. علاوه بر اطلاعات اقلیم استان، نقشه‌های مربوط به توپوگرافی، شبکه آبراهه‌ها و کاربری اراضی از طریق نقشه توپوگرافی سازمان جغرافیایی کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شد.

تبخیر و تعرق نیز یکی دیگر از عوامل مؤثر در میزان آب و رطوبت مورد نیاز گیاه برنج می‌باشد. با توجه به اینکه گیاه برنج جز گیاهان آبدوست محسوب می‌شود بنابراین میزان تبخیر در کاهش و افزایش میزان آب مورد نیاز گیاه برنج تاثیر بسزایی دارد. به همین منظور با استفاده از آمار تبخیر (طشتک تبخیر کلاس A) ثبت شده در ایستگاه‌های تبخیر سنجی از سال ۱۳۸۱-۱۳۷۲ به ترسیم خطوط هم تبخیر پرداخته شد. نقشه خطوط هم تبخیر نیز از طریق درون یابی ترسیم شده است.

با توجه به اهمیت میزان بارش و نحوه پراکندگی آن در زمان و مکان جهت تأمین نیاز آبی گیاه برنج، بویژه در کشت

جدول ۱- آستانه‌های اقلیمی کشت برنج

نیاز آبی (م م در هکتار)	رطوبت نسبی (درصد)		دما (°C)			پارامتر
	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	مراحل رشد
۳۰	۴۰	۸۰	۲۵-۳۰	۱۰-۱۵	۴۰	جوانه زدن
نیاز آبی کم	۴۰	۸۰	۳۰	۱۵	۳۵-۴۰	سراز خاک بیرون آوردن
۷-۱۱	۴۰	۸۰	۲۰-۳۵	۱۵	۴۰	پنجه زدن
۵۰	۴۰	۸۰	۱۵-۳۵	۲۰	۴۰	خوشه بستن
۱۰۰	۴۰	۸۰	۲۵-۳۰	۱۵-۱۷	۳۵-۴۰	گل دادن
نیاز آبی کم	۴۰	۸۰	۲۵-۳۰	۱۹	۳۵-۴۰	رسیدن

7. degree - day

8. triangle irregular network (TIN)

9. digital terrain model (DTM)

کشت برنج محسوب می شود. نقشه تهیه شده بر مبنای وزن دهی عوامل تاثیر گذار (شکل ۲ و جدول ۳) نشان می دهد که محدوده مناسب کشت برنج در استان لرستان در کل ۲۸ هزار کیلومتر مربع است که دارای درجه قابلیت ضعیف تا عالی است. در همین راستا به ترتیب ۳۸، ۳۵ و ۲۷ درصد از منطقه دارای قابلیت ضعیف، متوسط و عالی است.

با مقایسه نقشه امکان سنجی نواحی مناسب کشت برنج با نقشه کاربری موجود، نقشه پیشنهادی نهایی تهیه گردید که در آن امکان تغییر کاربری اراضی موجود به کاربری کشت برنج با توجه به نقشه های منابع محیطی (منابع اقلیمی، توپوگرافی، منابع خاک و منابع آبهای سطحی) مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور درصد پوشش هر کدام از کاربری های موجود در هر کدام از طبقات نقشه امکان سنجی محاسبه شده و با توجه به قرار گرفتن در موقعیت بهینه منابع محیطی، تغییر کاربری به کشت برنج پیشنهاد شده است. از آنجایی که در طبقه ضعیف نقشه امکان سنجی، قابلیت کشت برنج وجود ندارد کاربریهای متاخر آن بدون هیچ تغییری پیشنهاد شده است. اما در طبقات خوب یا مناسب نقشه امکان سنجی، ابتدا کاربری هایی که قابلیت کشت برنج را به هیچ نحوی ندارند (زمین های لخت و عربان، اراضی شور، اراضی مسکونی) از نقشه پیشنهادی جدا شده است. همچنین کاربری هایی که ارزش اقتصادی آنها به مراتب بیشتر از کشت برنج بوده (اراضی باغی و مخلوط باغ و زراعت) یا در انحصار سازمان خاصی قرار گرفته باشند (مراغ) نیز از نقشه پیشنهادی جدا شدند و در نهایت سایر کاربری های باقی مانده را بعنوان اراضی که قابلیت تغییر کاربری به کشت برنج را دارند در شکل شماره ۳ ارائه شده است. با توجه به شکل مشاهده می شود که اراضی تحت کشت آبی با ۱/۰۵ درصد اراضی تحت کشت دیم با ۲۲/۶ درصد به عنوان مناطق مناسب، قابلیت تغییر کاربری به کشت برنج را دارند.

به منظور تحلیل توزیع درصد بهترین مکان های مناسب کشت برنج در سایر نقشه های منابع اقلیمی، منابع خاک توپوگرافی، منابع آبهای سطحی پرداخته شد. بدین منظور ابتدا بهترین مکانهای مناسب کشت برنج را از لایه نقشه مکان یابی جدا کرده و با نقشه دسترسی به منابع آبهای سطحی ترکیب و به صورت یک نقشه جداگانه در آورده (شکل شماره ۴)، سپس با ترکیب نقشه های نقشه دسترسی به منابع آبهای سطحی تشکیل شده است.

پس از ایجاد نقشه های منابع اقلیمی، توپوگرافی و منابع خاک که بعنوان نقشه بهترین مکان های مناسب کشت برنج می باشد در هر کدام از این نقشه ها مورد تحلیل قرار گرفته است. به عبارتی درصد هم پوشانی این نقشه در طبقه دارای اهمیت مناسب نقشه های فوق (منابع اقلیمی، منابع خاک و غیره)

و از آنجایی که شیب مناسب زمین جهت کشت آبی حداکثر ۸ درصد می باشد، لذا نقشه شیب در ۳ کلاس با قابلیت های متفاوت طبقه بندی شده است.

نهایتاً با استفاده از مدل وزن دهی ساده و شرایط و نیازهای محیطی گیاه برنج به تخصیص وزن به هر کدام از لایه های اطلاعاتی پرداخته شده است. در روش وزن دهی ساده طبقات هر یک از لایه ها بین ۱ تا ۳ ارزش گذاری شد. سپس ارزش تمام لایه ها از طریق محاسبات مکانی در سامانه اطلاعات جغرافیایی با همدیگر جمع و با استفاده از قابلیت آن به سه طبقه تقسیم شده اند. طبقه ای که از ارزش بیشتری برخوردار باشد در نتیجه، قابلیت بیشتری برای کشت برنج دارد. سرانجام نقشه حاصل پس از مقایسه با نقشه کاربری ارضی با نقشه دسترسی با آبهای سطحی ترکیب گردید.

آستانه های اقلیمی کشت برنج و نیاز آبی این گیاه در مراحل مختلف رشد که در این مطالعه مد نظر قرار گرفته بر اساس منابع مختلف استخراج که در جدول شماره ۱ آمده است.

نتایج

جدول شماره ۱ نشان می دهد که از نظر دمایی، پهنه ای در حدود ۱۱۳۹۰ کیلومتر مربع را در بر گرفته است. یعنی ۴۰ درصد مساحت منطقه، شرایط دمایی مناسب کشت برنج را دارا هستند. این مناطق شامل بخش های جنوب غربی استان، شامل شهرستان پل دختر، کوه دشت، خرم آباد با نواحی اطرافشان، دشت سیلاخور و شهرستان دورود و جنوب استان می شود.

با توجه به جدول شماره ۱ مشاهده می شود که حدود ۹ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه با میزان تبخیر ۲۸۰-۲۴۰ میلیمتر در گروه A که بخشهایی از شمال غرب را در بر گرفته، نسبت به سایر مناطق استان از میزان تبخیر پایینی برخوردار است و پهنه مناسبی نسبت به سایر مناطق استان است.

با توجه به جدول شماره ۱ حدود ۱۰ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه با میزان بارش بیش از ۱۵۰ میلیمتر در گروه A قرار گرفته که بخشهایی از شمال شرق را در بر گرفته است و پهنه نسبتاً مناسبی به جهت میزان بارش نسبت به سایر مناطق استان است.

از نظر درجه-روز، مطابق جدول شماره ۱، پهنه کوچکی از جنوب غرب استان در گروه A و با در بر داشتن ۵ درصد مساحت منطقه بیشترین میزان درجه-روز دریافتی را دارند. حدود ۲۴ درصد مساحت منطقه در گروه B و در نهایت گروه C با دریافت کمتر از ۲۴۰۰ درجه-روز را دارند.

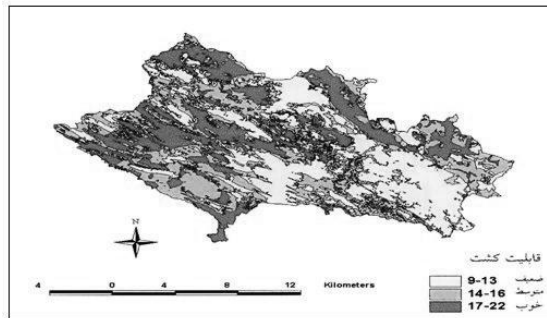
از نظر شیب جدول شماره ۱ نشان می دهد که حدود ۵۲ درصد مساحت منطقه با شیب کمتر از ۸ درصد و مساحت بالغ بر ۱۴۸۲۰ کیلومتر مربع، پهنه مناسبی به لحاظ شیب برای

پارامتر	گروه	قابلیت	طبقات	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد پوشش منطقه
دما (درجه سانتیگراد)	A	خوب	کمتر از ۱۰	۱۱۳۹۰	۴۰
	B	متوسط	۱۰-۱۵	۹۰۱۶	۳۲
	C	ضعیف	بیشتر از ۱۵	۸۱۵۳	۲۸
میزان تبخیر فروردین تا شهریور (میلی متر)	A	خوب	۲۴۰-۲۸۰	۱۷۸۱۲	۹
	B	متوسط	۲۸۰-۳۵۰	۲۷۴۸	۶۳
	C	ضعیف	>۳۵۰	۷۹۹۹	۲۸
میزان بارش فروردین تا شهریور (میلی متر)	A	خوب	بیش از ۱۵۰	۲۸۱۷	۱۰
	B	متوسط	۱۰۰-۱۵۰	۲۳۵۹۲	۸۲
	C	ضعیف	۵۰-۱۰۰	۲۱۵۰	۸
میزان شیب به درصد	A	خوب	۰-۸	۱۴۸۲۰	۵۲
	B	متوسط	۸-۱۲	۴۴۰۸	۱۵
	C	ضعیف	بیش از ۱۲	۹۳۳۱	۳۳

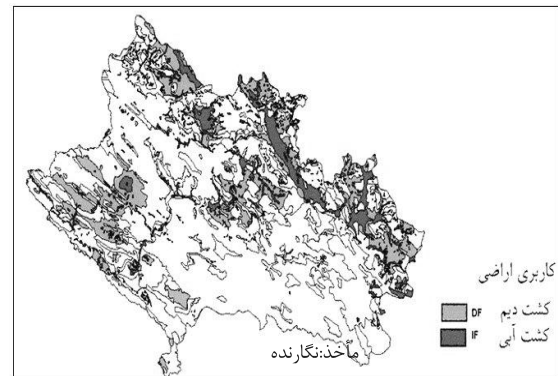
جدول شماره ۲- نحوه توزیع مکانی پارامترهای محیطی مناسب کشت برنج در استان لرستان

مأخذ: نگارنده

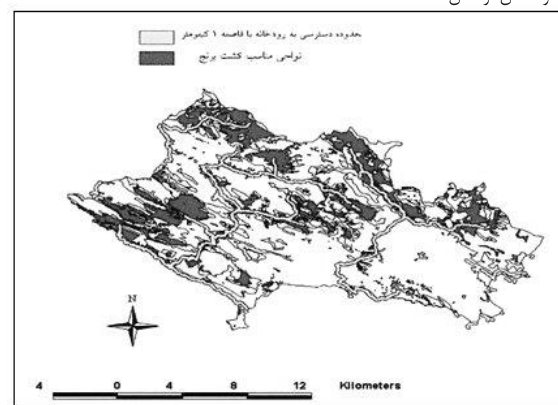
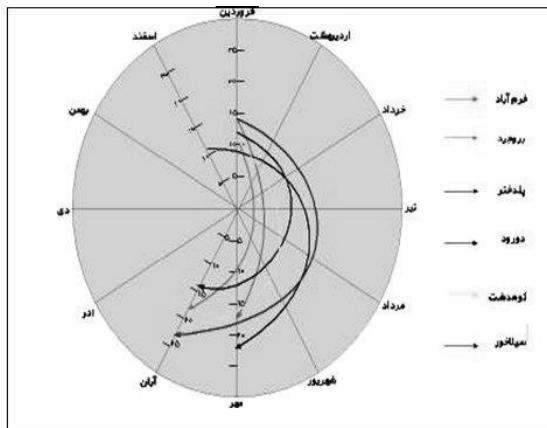
شکل شماره ۳- نقشه کاربریهایی که قابلیت تغییر به کشت برنج را دارند



شکل شماره ۲- نواحی مستعد کشت برنج در استان لرستان



شکل شماره ۴- بهترین مکانهای مناسب کشت برنج در استان لرستان



مأخذ: نگارنده

نیاز آبی گیاه برنج نیز در طول فصل رویش افزایش می‌یابد و بایستی از طریق منابع آبهای سطحی و یا زیرزمینی (در صورت دسترسی) تأمین شود. اما به لحاظ شرایط دمایی و درجه-روز که از پارامترهای بسیار مؤثر در کشت گیاه برنج محسوب می‌شود، جنوب غرب استان شامل شهرستان پل‌دختر، شهرستان کوهدشت، بخش پایی و جنوب شهرستان خرم آباد این شرایط را دارا می‌باشند.

منابع

- ۱- ایزدی خرامه، حسن، (۱۳۷۳)، تحلیل عملکرد فضایی کشت برنج و جایگاه آن در توسعه بخش کربال (شیراز)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- حسینی، محمود، (۱۳۷۷)، گزارش وضعیت اقلیمی کشت برنج در مازندران و گلستان (طرح کوانتا)، اداره کل هواشناسی استان مازندران.
- ۳- رضانی گورابی، بهمن، (۱۳۷۴) پایان‌نامه نقش اقلیم در تعیین کیفیت محصول برنج (دشت قائم شهر)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- ۴- فرج زاده اصل منوچهر، آذر زرین، (۱۳۸۱)، مدل‌سازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به معیارهای اقلیم شناسی کشاورزی در استان آذربایجان غربی، مجله مدرس علوم انسانی، شماره ۳۲، صفحه ۹۶-۷۷.
- ۵- فرج زاده منوچهر، میرزا بیانی محمد رضا، (۱۳۸۶)، امکان سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از GIS، مجله مدرس علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، جلد ۱۱، شماره ۱، صفحات ۹۲-۶۷.
- ۶- ماوی اچ. اس، (۱۳۸۲)، اصول و مبانی هواشناسی کشاورزی، ترجمه دکتر غلامعلی مظفری، انتشارات نیک پندار.
- ۷- مجرد فیروز، قمرنیا هوشمند، نصیری شیدا، (۱۳۸۴)، برآورد بارش موثر و نیاز آبی برای کشت برنج در جلگه مازندران، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، صفحه ۷۶-۵۹.
- ۸- محمدی، حسن، (۱۳۸۴)، امکان سنجی اقلیمی کشت زعفران در جنوب شهرستان سبزوار، مجله بیابان، شماره ۳۶، صفحه ۲۴۸-۲۲۴.

- 9 - Batchelor, C.H. and Roberts, John (1983) Evaporation from the irrigation water, foliage and panicles of paddy rice in north-east Sri lanka, Agricultural meteorology, 26-11, 29:1
- 10 - Boonjung, Hatsachai (2002) Climatic variability and Rice Production in
- 11 - Rainfed Area in Northeast Thailand, Agriculture and development, 204-202, 28-26
- 12 - Toole, J.C.O. and Tomar, V.S. (1982) Transpiration, leaf temperature and water potential of rice and barnyard grass in flooded fields,

بنابراین با توجه به نتایج حاصله ۸۷/۹ درصد از نواحی مستعد کشت برنج متأثر از بهترین شرایط توپوگرافی و ۵۱ درصد مساحت نواحی مناسب کشت برنج متأثر از بهترین شرایط منابع خاک، حدود ۱،۴۳ درصد متأثر از بهترین شرایط اقلیمی می‌باشد و ۹،۲۵ درصد نیز متأثر از بهترین شرایط دسترسی به منابع آبهای سطحی است. با توجه به توضیحات فوق نتیجه گرفته می‌شود که بهترین نواحی مستعد کشت برنج بیشتر متأثر از شرایط توپوگرافی منطقه و سپس منابع خاک است.

با توجه به تاثیر عوامل دما، بارندگی، تبخیر و تعرق و تعداد روزهای آفتابی در کشت برنج می‌توان گفت که عوامل مذکور در مناطق خاصی محدودیت ایجاد کرده و در مناطقی دیگر فرصت توسعه را فراهم ساخته است. نتایج نشان می‌دهد که دمای مؤثر، بر کشت برنج در مناطقی که در عرض‌های جغرافیایی بالاتر قرار دارند و ارتفاع بیشتری دارند کمتر دیده شده، اما برعکس در مناطق جنوبی‌تر و همچنین در عرض جغرافیایی پایین‌تری قرار دارند مشاهده می‌گردد. بنابراین دما، بارش و تبخیر و تعرق در کشت برنج مؤثر بوده و به علت تنوع آب و هوایی در مناطق جنوبی و جنوب‌غربی استان فرصت و در مناطق شمالی و شرق نیز محدودیت ایجاد کرده است.

با توجه به تاثیر عوامل دمایی و سایر عوامل مربوطه، تقویم زراعی مربوط به اقلیم مناطق مختلف تعیین و در شکل ۵ ارائه شده است که می‌تواند مورد استفاده برنامه ریزی کشت برنج در مناطق مختلف استان قرار گیرد.

۴- نتیجه گیری

استفاده از قابلیت تحلیل لایه‌های فضایی در سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان مناسب را برای مکان‌یابی قابلیت‌های کشت برنج در اختیار کاربران قرار می‌دهد که از طریق آن می‌توان با آزمون، سناریوهای مختلف نتایج اخذ شده را باهم مقایسه و بهترین نتیجه را به عنوان مناطق مناسب برای کشت برنج شناسایی و معرفی نمود.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که به خاطر رژیم بارندگی مدیترانه‌ای منطقه مورد مطالعه بارندگی بیشتر در فصل سرد سال اتفاق می‌افتد و نظر به اینکه دوره رویش گیاه برنج که در فصل گرم سال است تقریباً در تمامی مناطق استان محدودیت ایجاد کرده و امکان کشت برنج دیم را در این منطقه از بین برده است. البته مقداری از بارش در اوایل فصل بهار اتفاق می‌افتد که تقریباً برای دوره جوانه زنی یا نشاکاری مناسب است. اما در دوره پنجه زدن، خوشه بستن و گل دادن نیاز آبی برنج زیاد است که باید از طریق آبیاری تأمین شود. میزان تبخیر و تعرق نیز متأثر از دما بوده، در مناطق جنوبی استان بسیار زیاد و شمال غرب از شدت کمتری برخوردار است، بنابراین بخش‌هایی از استان که تبخیر و تعرق بیشتری دارند

Agricultural Meteorology, 296-285 ,26:4
13 - Stoskope, Neal C. (1986) General grain crops,
Reston Publishing Company.